In the name of Allah, the Most Gracious, the Most Merciful







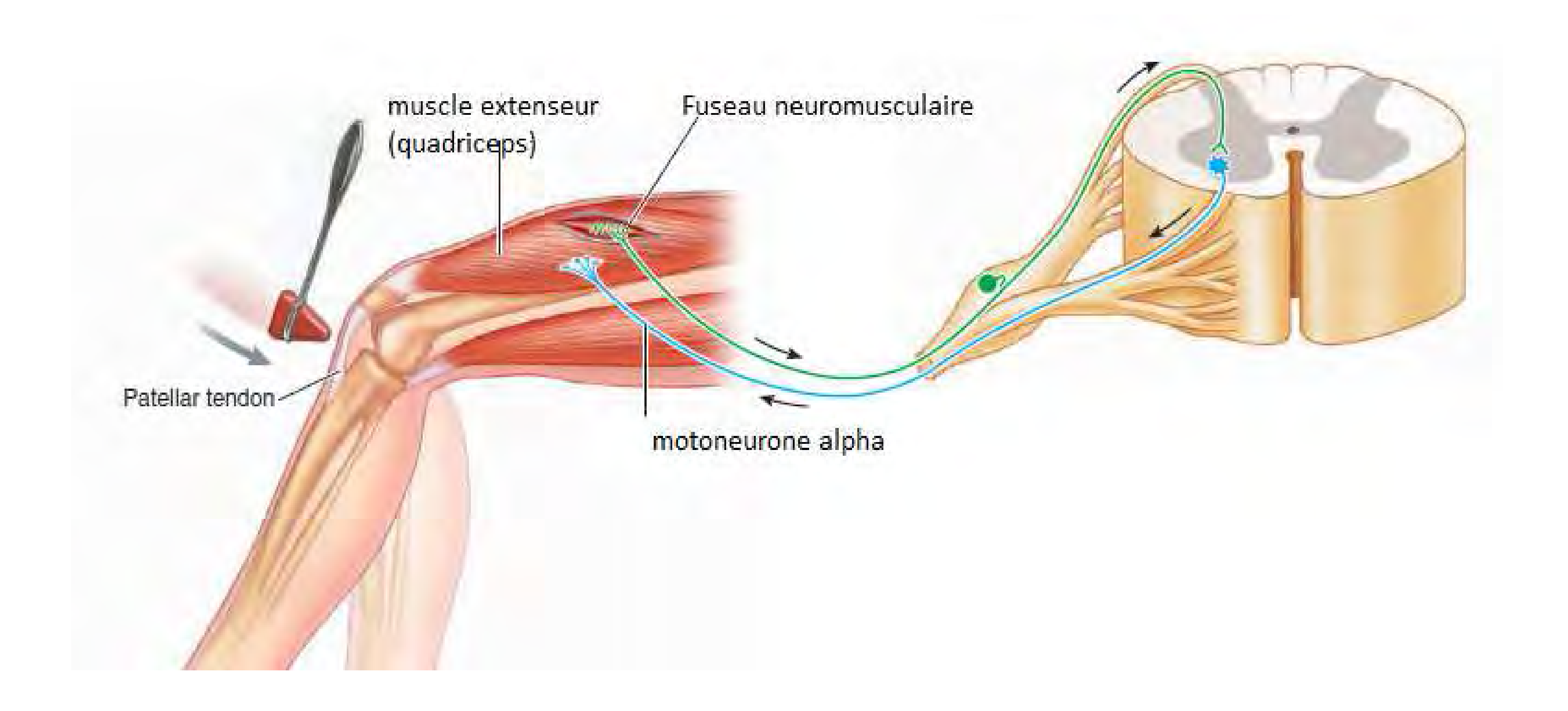






CONTRÔLE SPINAL SEGMENTAIRE DES REFLEXES MEDULLAIRES

Reflexe Myotatique



Dans certaines circonstances, le mouvement résulte d'une excitation périphérique et se déroule sans l'intervention volontaire du sujet : c'est l'**activité réflexe dont les centres de** régulation sont essentiellement situés dans la moelle épinière et dont les mécanismes sont relativement bien connus.

L'ACTIVITÉ RÉFLEXE

L'activité musculaire peut résulter directement d'une stimulation sensitive : une telle réponse motrice involontaire constitue un réflexe. Le support anatomique, qui représente l'**arc réflexe,**

comprend un récepteur, un neurone afférent, un centre réflexe, un neurone efférent et un effecteur

La lésion de l'un ces éléments supprime le réflexe.

La plupart des réflexes ont une origine proprioceptive ou cutanée et contribuent largement à l'efficacité des mouvements aussi bien qu'au contrôle de la position debout, de la marche, de la course, des sauts et de la plupart des activités motrices. La localisation du récepteur détermine le type d'activité musculaire réflexe et le mouvement associé


L'ARC RÉFLEXE
SES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS
RÉCEPTEUR PÉRIPHÉRIQUE
NEURONE SENSITIF
(INFLUX AFFÉRENT)
CENTRE RÉFLEXE
SYNAPSE (MOELLE)
NEURONE MOTEUR
(INFLUX EFFÉRENT)
EFFECTEUR (MUSCLE)

- **ORGANISATION GENERALE DE L'ARC REFLEXE**

L'arc réflexe est le substratum anatomique nécessaire et dont l'intégrité est obligatoire pour toute activité réflexe. Il est constitué d'un versant afférent, versant efférent et centre réflexe

Rappel

VERSANT AFFERENT = (Récepteur + La voie afférente)

- ***Récepteur*** (qui reçoit le stimulus), dans lequel l'énergie physique ou chimique du stimulus est transformée en une excitation.
- ***La voie afférente :*** *la fibre centripète* qui transmet les excitations issues du récepteur.

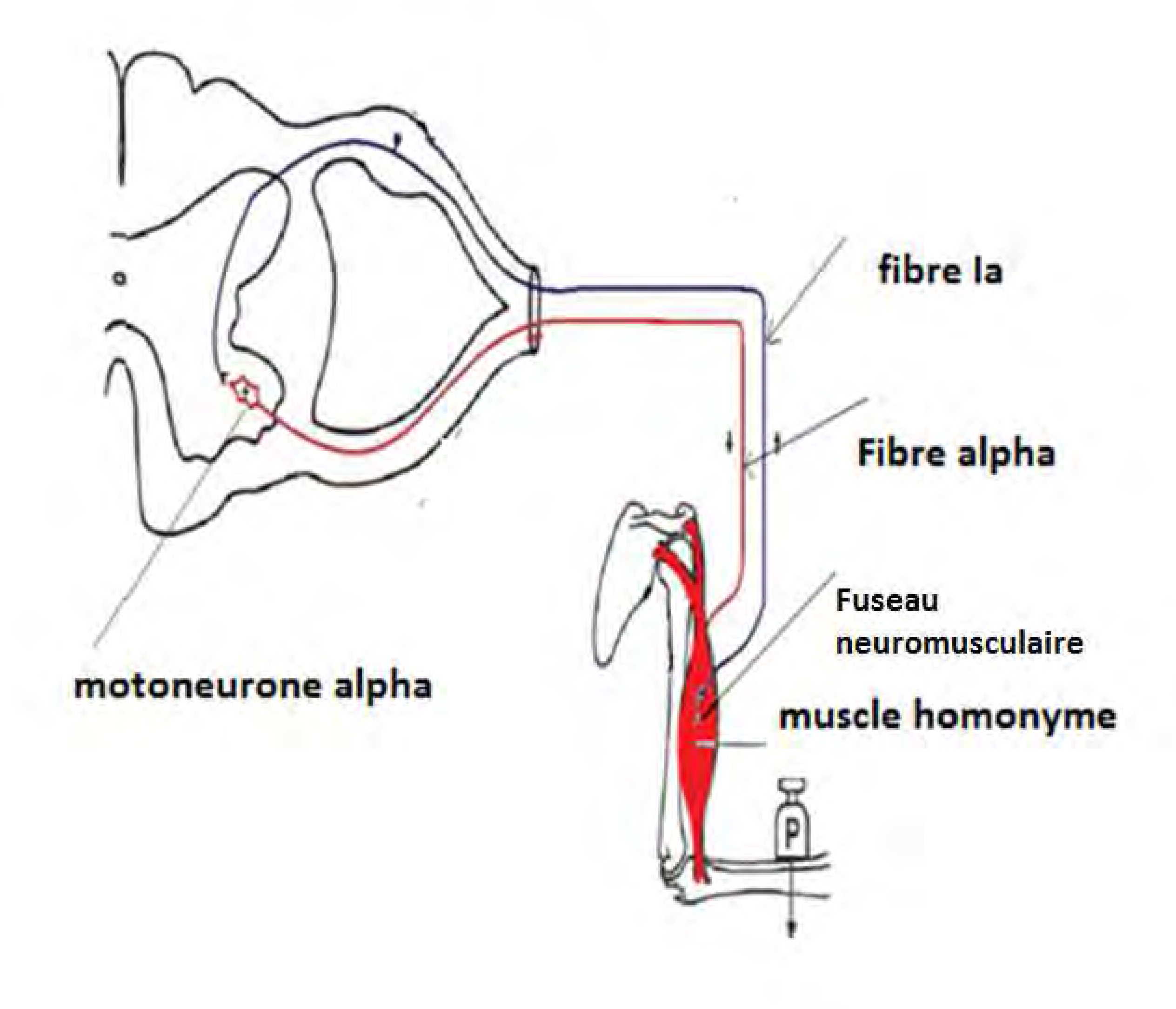
CENTRE REFLEXE : centre médullaire d'intégration, par la présence de connexions plus ou moins complexes entres les fibres afférentes et les fibres efférentes.

Rappel

VERSANT EFFERENT = (Voie efférente + Effecteur)

Voie efférente : la *fibre nerveuse centrifuge* (fibre motrice = motoneurone α)

Effecteur : muscle fléchisseur ou extenseur.


REFLEXE MYOTATIQUE
fibre Ia
Fibre alpha
Fuseau
neuromusculaire
muscle homonyme
motoneurone alpha
P

Rappel

CLASSIFICATION DES REFLEXES

On peut classer les réflexes médullaires de façon extrêmement variée :

- **Selon le stimulus et la nature du récepteur qui leurs donnent naissance :**
  - » A point de départ cutané : réflexe extéroceptif (ex: Réflexe ipsilatéral de flexion)
  - » A point de départ musculo-tendineux : réflexe proprioceptif (ex: Réflexe myotatique)

- **Selon l'organisation des connexions et le nombre de synapse mise en jeux :**
  - » Réflexe monosynaptique (ex: Réflexe myotatique)
  - » Réflexe polysynaptique (ex: Réflexe ipsilatéral de flexion)

- **Selon le type de réaction déclenchée :**
  - » Réflexe de flexion
  - » Réflexe d'extension

Régulation segmentaire des reflexe medullaires

Les différents circuits de la moelle épinière participant à l'ellaboration des reflexes médullaires sont soumis a une **régulation** d'autres circuits spinaux qui peuvent être :

Segmentaire ou **inter- segmentaire**

Nous allons voir **les cinq systèmes** intervenant dans la régulation segmentaire des reflexes médullaires.

I. L'INHIBITION RECIPROQUE

L’ INHIBITION RECIPROQUE

CONTRÔLE INHIBITEUR DISYNAPTIQUE PAR LA FIBRE Ia SUR LE MOTONEURONE α DU MUSCLE ANTAGONISTE

L'inhibition reciproque

Lorsqu'un groupe de neurone ayant des fonctions données est activé par voie nerveuse, les neurones des fonctions opposées sont généralement inhibé, ce

phénomène est notable pour l'ensemble des reflexes c'est le principe de l'inhibition réciproque de Sherrigton

L INHIBITION RECIPROQUE

Mise en evidence :

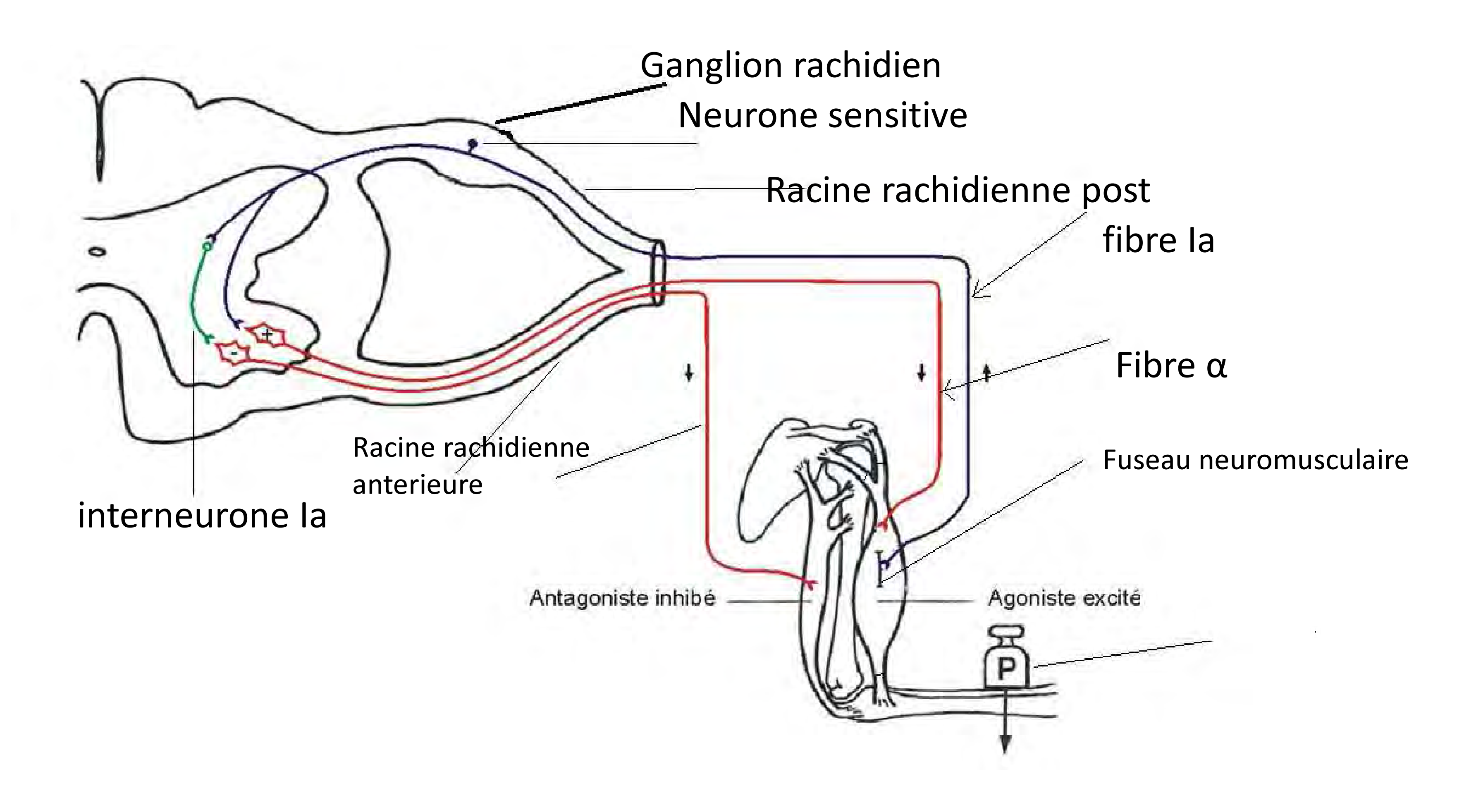
La stimulation du bout périphérique d'un nerf musculaire entraine au niveau des motoneurones des muscles antagonistes **,un potentiel post synaptique inhibiteur** qui se présente sous forme d'une **hyperpolarisation locale graduable et sommable**.

sa latence est toujours plus longue qu'un délai synaptique par rapport à celle d'un PPSE, ce qui laisse supposer que la connexion entre les fibres Ia et les motoneurones α des muscles antagonistes passe par des synapses.

L INHIBITION RECIPROQUE

Un interneurone dit **interneurone Ia** a été identifié, localisé dans la partie ventrale de la lame VII de la moelle épinière ,il est innerve monosynaptiquement par les fibres Ia et exerce une action inhibitrice sur le motoneurones α du muscle antagoniste en libérant de **la glycine** .

L INHIBITION RECIPROQUE



L INHIBITION RECIPROQUE

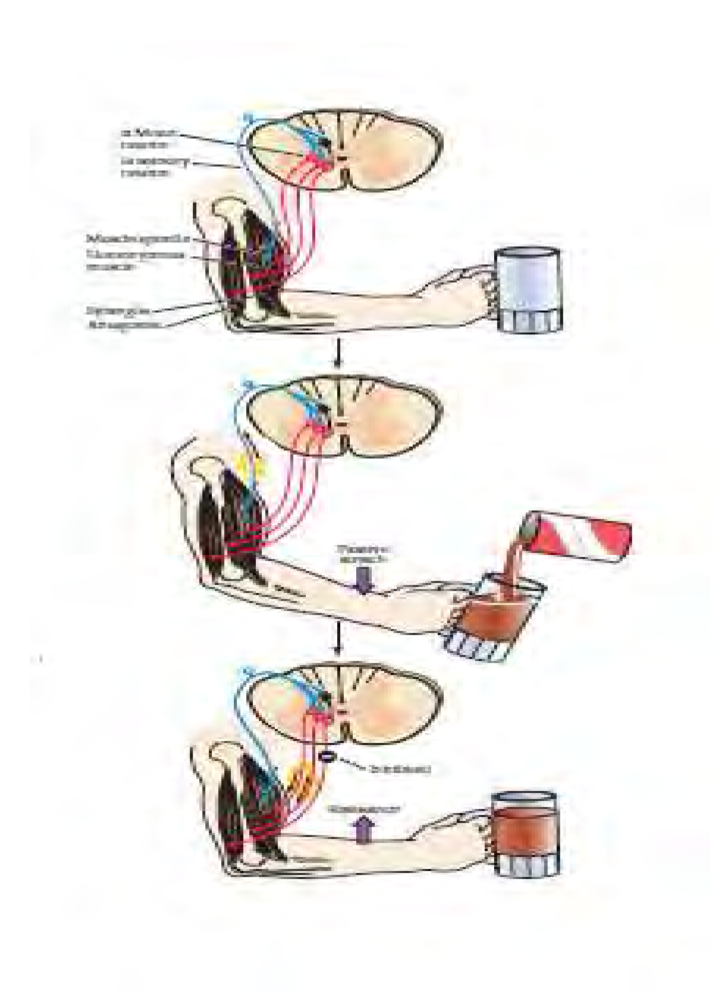
Sur le plan physiologique,dans l'arc reflexe , lorsqu'une fibre afferente exerce une action excitatrice sur le motoneurone du muscle agoniste elle exerce une action inhibitrice sur le motoneurone du muscle antagoniste par l'intermediaire d'un interneurone inhibiteur.

ce type de régulation s'observe aussi bien sur le reflexe myotatique que sur le reflexe de flexion.

L INHIBITION RECIPROQUE

Dans le reflexe myotatique:

La fibre Ia exerce une action excitatrice sur le motoneurone α innervant le muscle agoniste dont elle provient (connexion monosynaptique) et une action inhibitrice sur le motoneurone α innervant le muscle antagoniste par l’intermediaire d’un interneurone inhibiteur (connexion disynaptique)



L INHIBITION RECIPROQUE

Dans le reflexe de flexion:

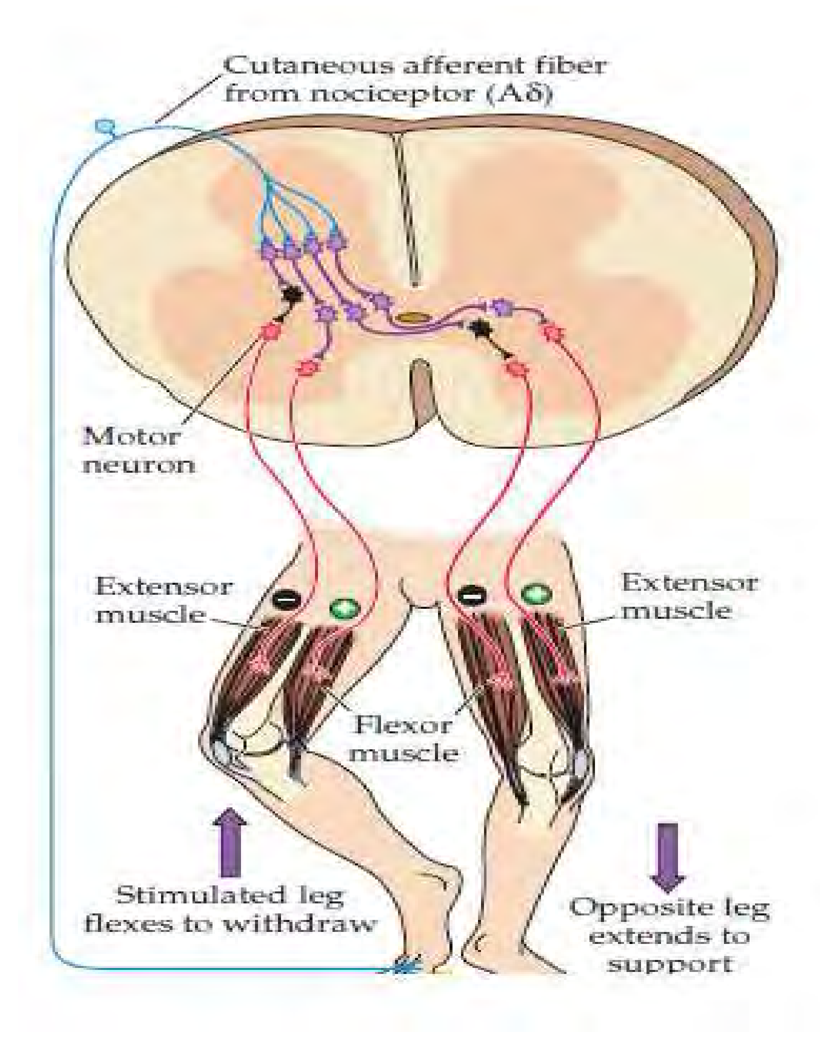
- Au niveau ipsilateral , un axone afférent (ARF) active par ces collatéral deux interneurones ipsilatéraux,

l'un excitateur activant les motoneurones des muscles agonistes ,l'autre inhibiteur inhibant les motoneurones des muscles antagonistes.

- Au niveau controlatéral, les interneurones émettent des collatérales de leurs axones qui croisent la ligne médiane vont dans l hémi-moelle du même

segment et exercent des effets inverses.

L’inhibition reciproque



II. CONTRÔLE INHIBITEUR PAR

LA CELLULE DE RENCHAW

CONTRÔLE INHIBITEUR PAR LA CELLULE DE RENCHAW

C’est un systeme d’inhibition commun qui porte sur l’activité des motoneurones des muscles fléchiseurs et extenseurs par la cellule de Renchaw.

- La cellule de Renchaw est une petite cellule située dans la corne anterieure de la moelle épiniere, elle reçoit une connexion monosynaptique du motoneurone α assurée par une collaterale de l'axone du motoneurone lui-meme.
- La cellule de Renchaw projette en retour par son axone une connexion sur le motoneurone α qu'il l'a excité et sur les motoneurones voisins (motoneurones des muscles synergistes)

- Comme la terminaison axonale du motoneurone α libère de l’acetylcholine au niveau de la jonction neuromusculaire , la terminaison axonale de sa collatérale axonale libère aussi le même neurotransmetteur sur la cellule de Renchaw (principe de DALE :one neuron one neurotansmitter).
- L’action de la cellule de Renchaw est inhibitrice via la glycine sur le motoneurone .

- Lorsque les motoneurones sont excités, leur décharges déclenchent simultanément une inhibition portant sur eux-meme et sur les motoneurones voisins , c'est **l'inhibition récurrente.**

- La cellule de Renchaw peut inhiber directement les motoneurones α, limitant ainsi leur activité et inhibe également les interneurones inhibiteurs (de l'inhibition réciproque),facilitant ainsi l'activité des motoneurones α des muscles antagonistes
- La cellule de Renchaw possède une activité très puissante qui peut durer jusqu'à 200 ms

III. LA BOUCLE GAMMA

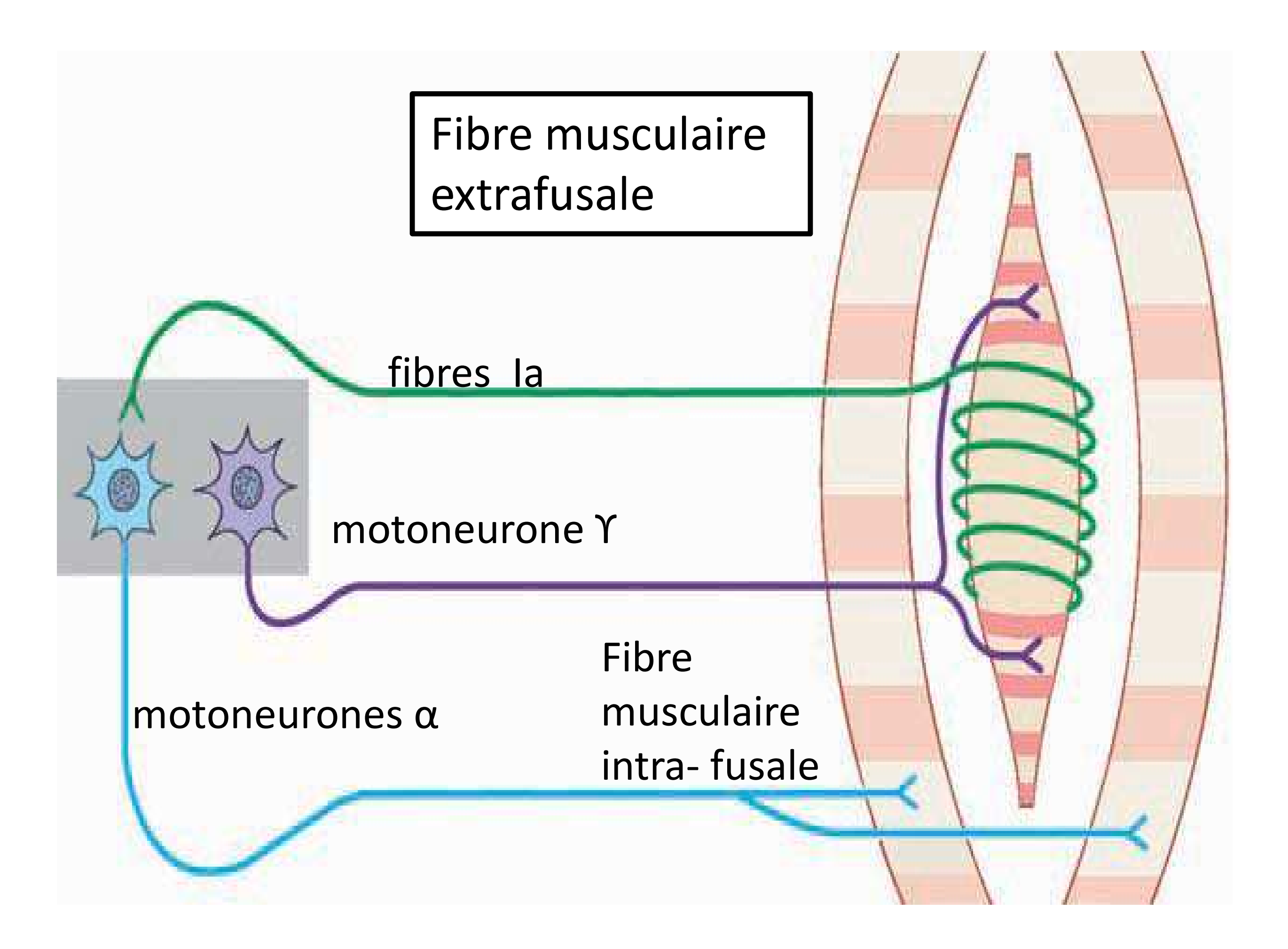
BOUCLE GAMMA

Le fuseau neuromusculaire possede en plus de l'innervaton sensitive une innervation motrice interessant sa partie strie qui est assurée par les **motoneurone ϒ** qui est un motoneurone de petit diametre localisé dans la corne anterieure de la moelle epiniere; sous l'influence des structures superieurs

Motoneurone ϒ dynamique et statique

- l'influx nerveux qui chemine le long de son axone va induire une contraction des fibres musculaire intrafusale (rappelant que les fibres musculaires extrafusales sont innervés par l'axone du motoneurone α)
- La contraction des fibres intrafusale induit un etirement de la partie centrale du fuseau ce qui provoque une excitation des terminaisons annulo-spirale des fibres sensitives primaires Ia et secondaires II du FNM

Boucle gamma



Mecanisme d’action:

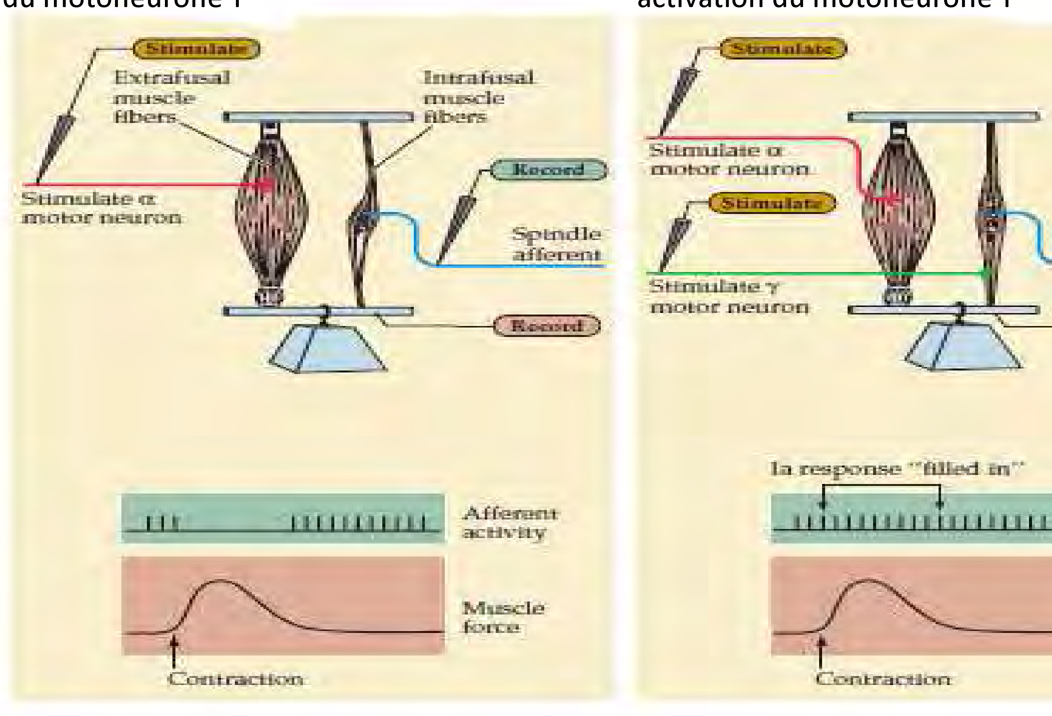
- L’innervation fuso-motrice module la sensibilité du fuseau neuromusculaire le rendant capable de répondre a de nouvelle longueur du muscle lors de la contraction
- Déclencher secondairement la contraction d’un muscle initialement au repos à travers une excitation des fibres sensitive Ia.

Ce mécanisme **ϒ →Ia→α** represente **la boucle gamma** (sous l'action d'influence supraspinale, le motoneurone ϒ active les terminaisons primaires Ia et induit la contraction des fibres musculaires extrafusales)

Donc, la Co-activation des motoneurones α et ϒ permet au fuseau neuromusculaire de fonctionner quelque soit la longueur qu'impose au muscle les mouvement ou les ajustements posturaux.

Activation du motoneurone α sans activation du motoneurone ϒ

Activation du motoneurone α avec activation du motoneurone ϒ



IV.L'ORGANE DE GOLGI ET FIBRE Ib reflexe myotatique inverse

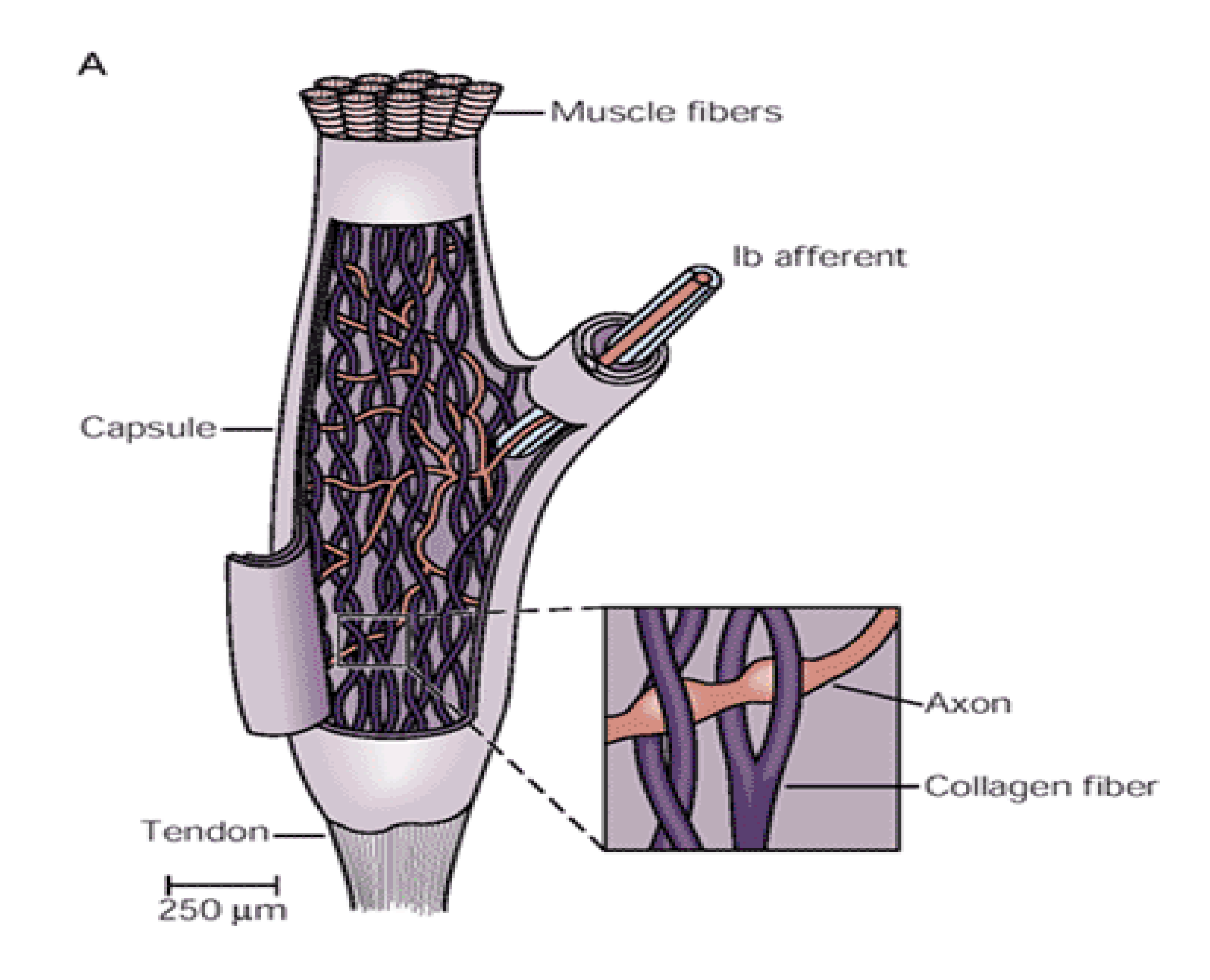
L’ORGANE DE GOLGI ET FIBRE Ib reflexe myotatique inverse

L’organe tendineux de golgi:

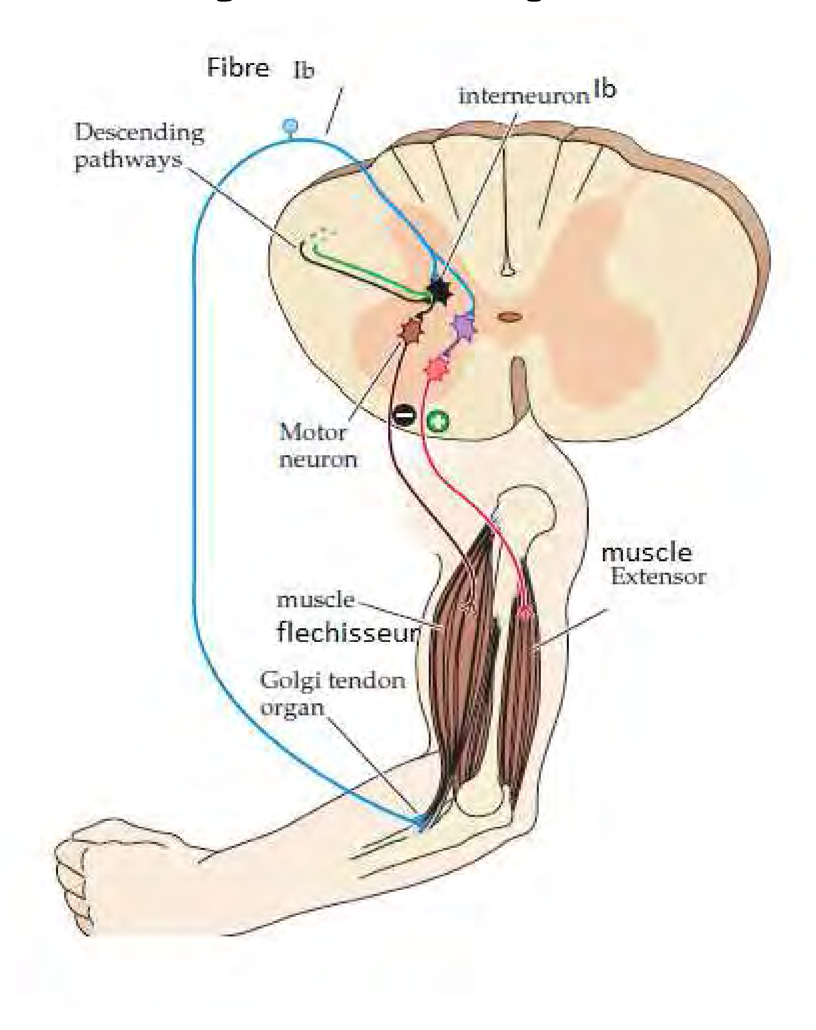
- mecanorecepteur encapsulé situe dans les tendons et les aponévroses musculaires;
- il est place en série avec les terminaisons dune partie des fibres musculaires ,les autres fibres musculaires étant en parallèle .

- Le stimulus efficace de ce récepteur est la force contractile des fibres musculaire placées en série avec lui
- Présente un seuil bas (tres sensible au stimulus specifique)

L ORGANE TENDINEUX DE GOLGI



reflexe myotatique inverse



L’arc reflexe de ce circuit inhibiteur est semblable a celui du reflexe myotatique:

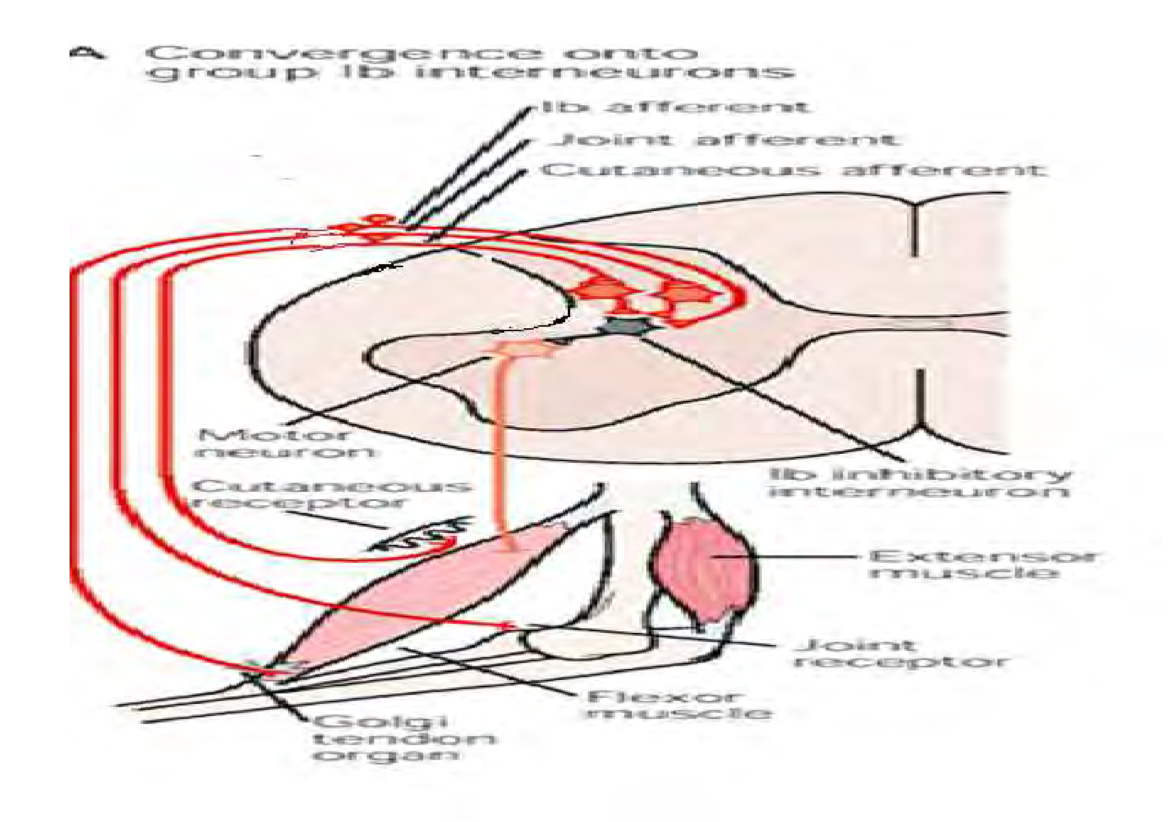
- Le récepteur est **l’organe tendineux de Golgi**
- Le versant afférent est représente par **les fibres myélinisées Ib** donc la vitesse de conduction est rapide (72 à 120 m/s)

- Les messages nerveux transportée par les fibres Ib atteignent les motoneurones α du muscle homonyme en passant par un petit nombre de synapses et interneurones
- L'action de ces fibres sur le motoneurone α du muscle homonyme par l'intermediaire des interneurones est une **inhibition.**

Mecanisme d’action:

Lorsque la force exerce sur le tendon est située sous un certain seuil ,l’étirement du muscle par la voie du reflexe myotatique conduit a ue contraction reflexe du muscle. Mais au-delà d’un seuil, la contraction musculaire sera **inhibée** c’est pour cela qu’on parle de **« reflexe myotatique inverse »**

reflexe myotatique inverse



V.L'IHINIBITION PRESYNAPTIQUE

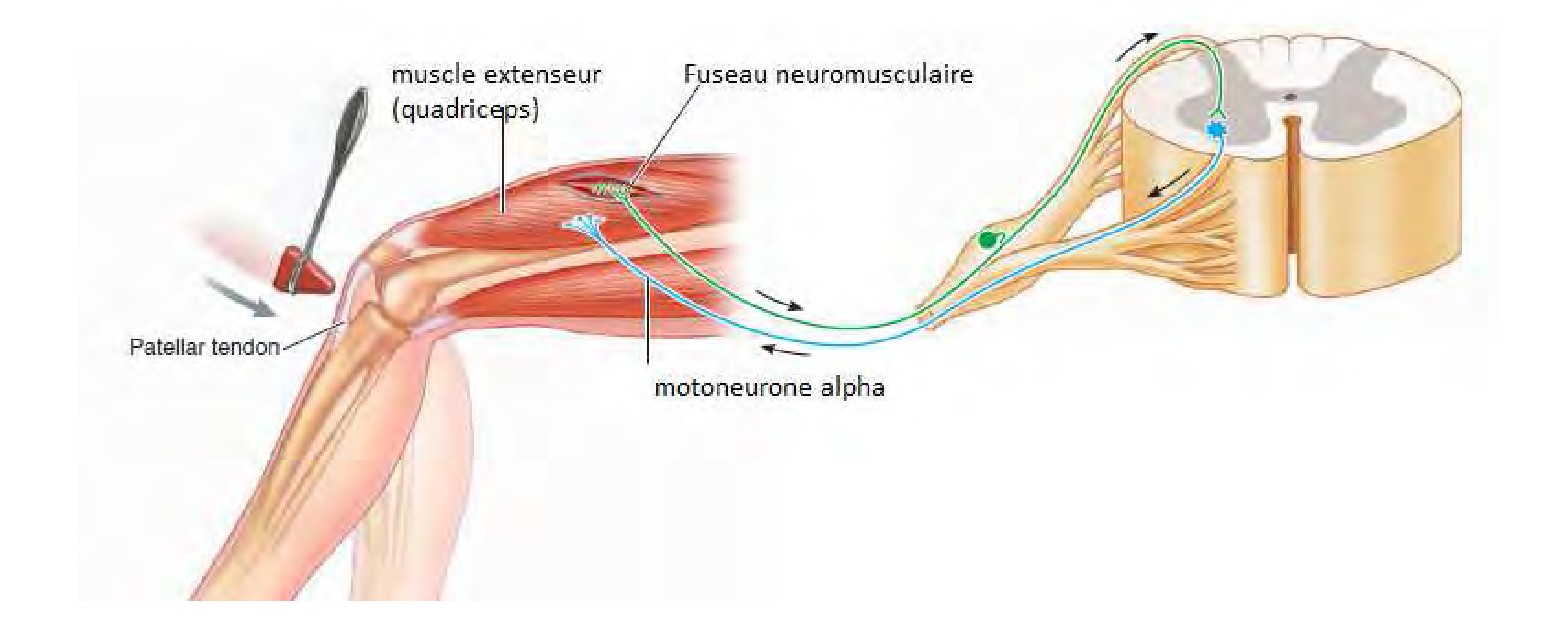
L'IHINIBITION PRESYNAPTIQUE

Le contrôle des entrées sensorielles spinale par inhibition présynaptique:

On a longtemps pensé que les influx nerveux atteignant la moelle épinière par les fibres afférentes sensitives avaient des effets post synaptiques constants sur les neurones spinaux cibles et que, finalement l seule façon de modifier les entrées sensorielles était de modifier directement le stimulus périphérique.

Dans un arc reflexe comprenant une fibre afférente la innervant fuseau neuromusculaire du muscle biceps postérieur et le motoneurone α de ce muscle et la fibre motrice afférente ;

L'etirement des fibre musculaire du muscle biceps postérieur →l'enregistrement d'un potentiel postsynaptique excitateur de la fibre Ia sur le motoneuroneα(PPSE Ia)


muscle extenseur
(quadriceps)
Fuseau neuromusculaire
Patellar tendon
motoneurone alpha

Si cette stimulation test est précédée d'une stimulation des fibres du gouape I (fibres Ia et Ib) provenant d'un muscle demi-tendineux(stimulation dite conditionnant),le PPSE-Ia obtenu au niveau du motoneurone du muscle biceps postérieur est moins ample

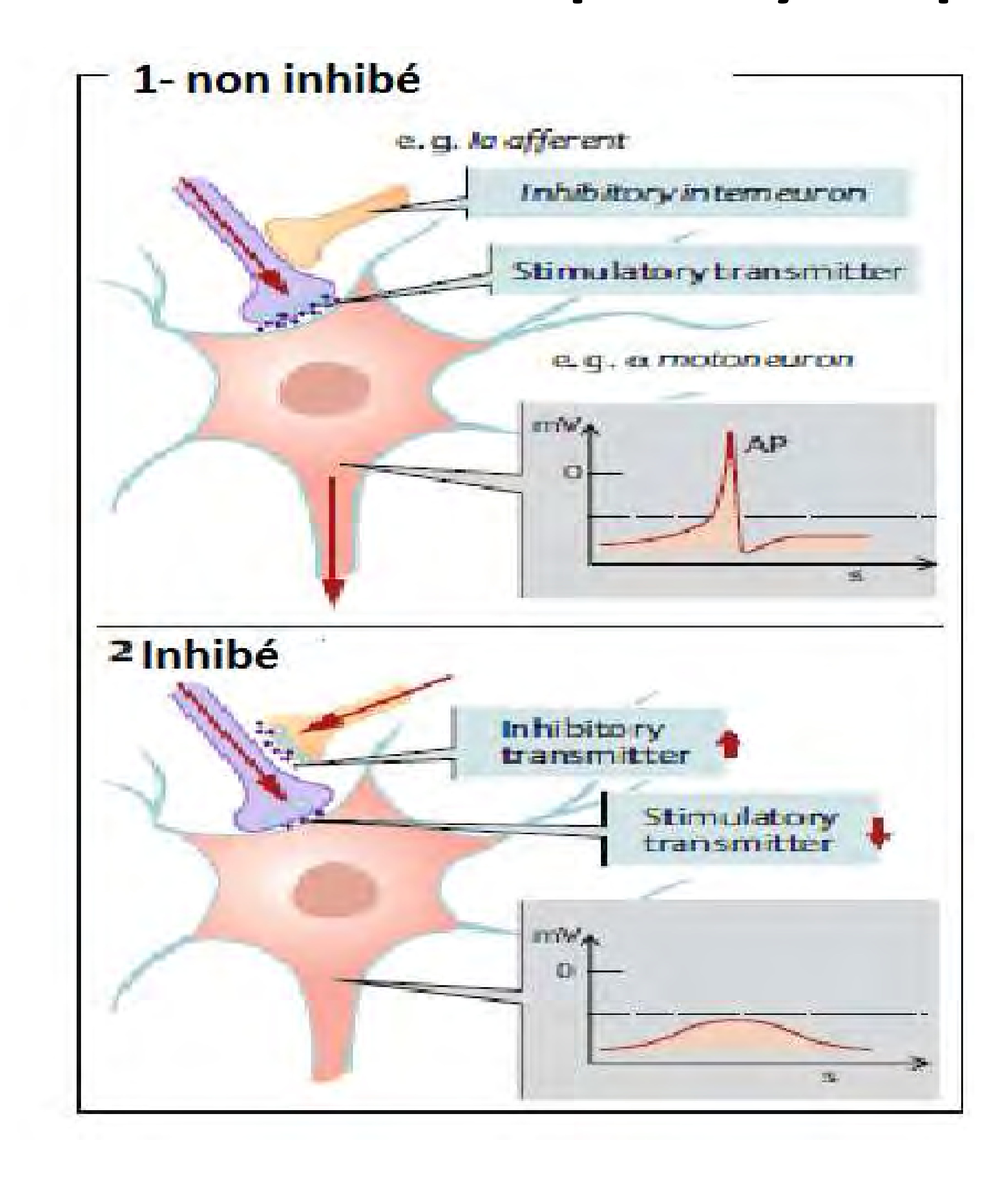
On a observe que cette stimulation conditionnant n'a aucun effet direct sur le motoneurone α mais l'action s'exerce sur l'element presynaptique qui sont les entrées sensorielles ace niveau on parle de **filtrage des entrées sensorielles**

la présence d'une synapse axo-axonique effectuée par une fibre sensorielle de la racine dorsale sur la fibre Ia

Cette synapse agit en dépolarisant la membrane axonique donc va court-circuite l'influx nerveux transporte par la fibre Ia et induire

une diminution de la quantité du neurotransmetteur libérée par l'element présynoptique (fibre Ia) donc le PPSE enregistre sur le motoneurone α sera mois ample

L’inhibition présynaptique



MERCI